

ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura

Vol. 197-799, enero-marzo 2021, a588 | ISSN-L: 0210-1963

<https://doi.org/10.3989/arbor.2021.799003>

CIENCIA ABIERTA: UN MODELO CON PIEZAS POR ENCAJAR
OPEN SCIENCE: A MODEL WITH SOME PIECES STILL TO FIT IN

CIENCIA ABIERTA: UN MODELO CON PIEZAS POR ENCAJAR

Ernest Abadal

Facultad de Información y Medios Audiovisuales
Centre de Recerca en Informació, Comunicació i Cultura (CRICC)
Universitat de Barcelona
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9151-6437>
abadal@ub.edu

OPEN SCIENCE: A MODEL WITH SOME PIECES STILL TO FIT IN

Cómo citar este artículo/Citation: Abadal, Ernest (2021). Ciencia abierta: un modelo con piezas por encajar. *Arbor*, 197(799): a588. <https://doi.org/10.3989/arbor.2021.799003>

Copyright: © 2021 CSIC. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución *Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0)*.

Recibido: 8 septiembre 2020. Aceptado: 26 octubre 2020.
Publicado: 9 abril 2021

RESUMEN: La ciencia abierta constituye una transformación radical en la manera de llevar a cabo la investigación científica. Se trata de un nuevo modelo de hacer ciencia que se basa en el trabajo colaborativo entre personas de la academia y también en la apertura y la transparencia de todas las fases de la investigación (no solo la publicación final, sino también la recogida de datos, el *peer review* o los criterios de evaluación, entre otros aspectos).

La ciencia abierta tiene sus antecedentes en el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) por quienes investigan y en la consolidación del acceso abierto a las publicaciones. Por otro lado, en su desarrollo también ha contado con tres elementos facilitadores: su conexión con los valores clásicos de la ciencia, la acción de responsables políticos con capacidad resolutoria en sus organizaciones, y el apoyo institucional, en especial de la Comisión Europea y de diversas agencias de financiación de la investigación.

En el artículo se analizan diversas definiciones de ciencia abierta para destacar sus características fundamentales: apertura, transparencia y reutilización de contenidos. Se considera la ciencia abierta como un término «paraguas» que agrupa diversas piezas o elementos como el acceso abierto, los datos abiertos (FAIR, en sus siglas en inglés, *findable, accessible, interoperable y reusable*), la revisión abierta, el uso de *preprints*, la ciencia ciudadana y los nuevos modelos de evaluación. A pesar de que existe discrepancia sobre cuáles son esas piezas elementales, el artículo se centra en los seis elementos mencionados, repasa la situación

ABSTRACT: Open Science constitutes a radical transformation in the way of doing scientific research. It is a new model based on collaborative work between academics and also on the openness and transparency of all phases of research (not only the final publication, but also collecting data, peer review, and evaluation criteria, among other aspects).

Open Science has its origins in the use of ICTs by researchers and in the extension of the open access model in publications. Likewise, it has also encountered three elements that have facilitated its development: its connection with classical scientific values, the actions of certain staff members with decisive capacity in their organizations, and institutional support, especially from the European Commission and diverse research funders.

Several definitions of Open Science are analysed in order to highlight its fundamental characteristics: openness, transparency, and content reuse. In any case, Open Science is considered an “umbrella”, term useful for grouping together several elements such as open access, open data (FAIR), open peer review, the use of pre-prints, citizen science, and new evaluation models. Although there are discrepancies on what these elemental pieces are, we have focused on these six, reviewing the current situation of each one, placing special emphasis on their degree of development and the contribution they make to Open Science.

actual de cada uno de ellos, y pone especial énfasis en su grado de desarrollo y en lo que aportan a la ciencia abierta.

Se constata una notable diversidad en el desarrollo de cada una de las piezas y también la ausencia de una acción coordinada, lo que podría suponer una ralentización de las prácticas de ciencia abierta.

A pesar de los destacados avances en acceso abierto, de la notable compartición de datos de investigación y de un respetable uso de *preprints*, se ha avanzado muy poco en el establecimiento de nuevas métricas y de nuevos modelos de evaluación, aun cuando estos son un elemento clave para incentivar la expansión de la ciencia abierta en todas las disciplinas.

PALABRAS CLAVE: ciencia abierta, acceso abierto, datos científicos, revisión abierta, evaluación de la ciencia, ciencia ciudadana, *preprints*.

1. INTRODUCCIÓN

La ciencia abierta constituye una transformación radical en la manera de llevar a cabo la investigación científica. Se trata de una visión, de un nuevo modelo de hacer ciencia que se basa en el trabajo colaborativo entre los académicos y también en la apertura y transparencia de todas las fases de la investigación (no solo la publicación final, sino también la recogida de datos, el *peer review* o los criterios de evaluación, entre otros aspectos). A nivel práctico, por tanto, significa que un científico no solo facilite el libre acceso a sus publicaciones, sino que también proporcione los datos de investigación que las sustentan y los informes de revisión que las avalan. Además, los indicadores de evaluación que aplica la ciencia abierta van más allá del mero factor de impacto de la revista donde se ha publicado. Así pues, la ciencia abierta está actuando como un término identificador de estas prácticas relacionadas con la investigación científica.

Los principales beneficios y oportunidades de la ciencia abierta son su transparencia (se pueden seguir todas las fases); su mayor efectividad (la rápida transferencia de conocimiento evita duplicidades y aumenta la rapidez de la investigación); la reproducibilidad de las investigaciones (los datos abiertos facilitan la replicabilidad por cualquier otra persona y, de esta manera, se contribuye al control del fraude); así como la mejora del impacto social de la investigación (la sociedad puede ser más consciente de los resultados). La crisis del SARS-CoV-2 ha puesto de relieve la importancia de estas prácticas en la búsqueda de posibles soluciones para controlar la pandemia. Esta actitud de apertura y transparencia ha sido adoptada por muchos científicos y organizaciones (Zastrow, 2020) que están avanzando de manera conjunta y coordinada, aunque no

Notable diversity can be seen in the development of each one of the pieces and also the absence of coordinated action, which could imply a deceleration in Open Science practices.

Despite the excellent progress in open access and remarkable sharing of research data and respectable use of preprints, little progress has been made in defining and establishing new metrics and new evaluation models, even though they are a key element to incentivize the expansion of Open Science in all disciplines.

KEYWORDS: Open Science, Open Access, Open Research Data, Open Peer Review, scientific assessment, citizen science, preprints

formen parte de los mismos equipos de investigación. La pandemia ha empujado también a las editoriales comerciales a sumarse parcialmente a la apertura de sus contenidos eliminando el peaje a sus publicaciones sobre coronavirus, con lo cual actualmente la práctica totalidad de la bibliografía sobre coronavirus en WoS está en abierto (Belli *et al.*, 2020).

Aunque ya se dispone de mucha bibliografía sobre ciencia abierta, es todavía una práctica poco conocida por la mayoría del personal investigador y además no hay acuerdo sobre cuáles son sus componentes fundamentales. Así pues, el objetivo fundamental del artículo es analizar el concepto y los antecedentes de ciencia abierta y también el grado de desarrollo de los principales elementos que forman parte de ella: acceso abierto, datos de investigación, revisión abierta, *preprints*, ciencia ciudadana, y nuevos modelos de evaluación.

2. ¿QUÉ ES LA CIENCIA ABIERTA?

La apertura es una característica que no es nueva ni ajena al quehacer tradicional de la ciencia. Ya Schroeder (2007) nos recordaba que los valores clásicos de la ciencia descritos por Robert Merton (1968) –universalismo (la ciencia es para todo el mundo), comunismo (compartida), sin interés personal (es un bien público) y escepticismo organizado (crítica, analítica, sin subjetividad)– estaban directamente relacionados con esta actitud. Un poco más tarde, Fry, Schroeder y Den Besten (2009) destacaban una doble dimensión de esta «apertura» en la ciencia: en primer lugar, apertura de las fases de investigación (desde compartir datos hasta la difusión de los resultados en

abierto) y, en segundo lugar, apertura en el grado de colaboración entre los agentes implicados.

Se dispone en estos momentos de distintas publicaciones que analizan la presencia de la ciencia abierta en las bases de datos internacionales (Uribe *et al.*, 2018; De Filipo *et al.*, 2019). Benedikt Fecher y Sascha Friesike (2014) llevaron a cabo una interesante revisión bibliográfica sobre el concepto de ciencia abierta y describieron cinco escuelas de pensamiento: la infraestructural (preocupada por la arquitectura tecnológica), la pública (por la accesibilidad a la creación de conocimiento), la medidora (ocupada en las medidas de impacto alternativas), la democrática (por el acceso al conocimiento) y la pragmática (interesada en la investigación colaborativa). Más recientemente, Ruben Vicente-Sáez y Clara Martínez-Fuentes (2018) han realizado una revisión bibliográfica de setenta y cinco estudios sobre ciencia abierta publicados entre 1985 y 2016 para encontrar las características fundamentales de la ciencia abierta (apertura, transparencia y trabajo colaborativo). Finalmente, destacamos el proyecto FOSTER (2019) que dispone de materiales y documentos muy útiles e interesantes para conocer a fondo este ámbito. Financiado por la Unión Europea tiene como objetivo fomentar entre los investigadores la adopción de prácticas de ciencia abierta para lo que elaboró diversas guías de recursos y materiales formativos y de divulgación.

Además de estos textos de académicos, debemos citar también importantes aportaciones de otros organismos, que han sido especialmente relevantes para perfilar y divulgar el concepto de ciencia abierta. La Comisión Europea ha tenido un papel fundamental, tanto desde el punto de vista teórico como en la práctica, promoviendo el desarrollo de políticas de apoyo a este nuevo modelo de investigación. Los principales textos han sido *Digital Science in Horizon 2020* (2013), que exponía cómo internet y otras tecnologías estaban cambiando la creación y difusión del conocimiento y creando una nueva manera de hacer ciencia. El informe *Open Innovation, Open Science, Open to the World* (Comisión Europea, 2016), que situaba la ciencia abierta y la innovación como los motores del crecimiento y del bienestar económicos de Europa y detallaba las acciones que se estaban llevando a cabo y las que se deberían realizar para caminar hacia el nuevo horizonte establecido. Las recomendaciones sobre acceso y preservación de la información científica (Comisión Europea, 2018a) y las *Open Science Policy Platform Recommendations* (Comisión Europea, 2018b), que esta-

blecían ocho elementos fundamentales, o pilares, de la ciencia abierta: acceso abierto, datos abiertos (FAIR), infraestructuras *European Open Science Cloud* (EOSC), incentivos, nuevas métricas, formación, integridad de la investigación y ciencia ciudadana. También se debe mencionar la OCDE que impulsó el informe *Making open science a reality* (OECD, 2015) en el cual quedan claras las ventajas que supone para la ciencia y la innovación proceder con las características de apertura, colaboración, etc.

Estos textos proporcionan una visión global sobre la temática y también proponen definiciones que permiten comprender con mayor precisión el concepto de ciencia abierta. Vamos a utilizar dos de ellas para profundizar un poco más en el concepto.

«Open Science refers to a new approach to the scientific process based on cooperative work and new ways of disseminating knowledge, improving accessibility to and re-usability of research outputs by using digital technologies and new collaborative tools» (Comisión Europea, 2018a: 12).

«Open Science is the practice of science in such a way that others can collaborate and contribute, where research data, lab notes and other research processes are freely available, under terms that enable reuse, redistribution and reproduction of the research and its underlying data and methods» (FOSTER, 2019).

Ambas definiciones destacan que estamos ante una nueva manera de aproximarse a la práctica científica, basada en la colaboración y cooperación entre científicos y que busca la accesibilidad y la reutilización de los contenidos. Queda claro que esta nueva forma de proceder debe aplicarse a todas las fases y etapas del proceso de investigación, no sólo a la publicación sino también a los datos de investigación (*research data*), las anotaciones de laboratorio (*lab notes*), etc.

De todas formas, en general, las definiciones de ciencia abierta son todavía algo imprecisas. Por ello, diversos autores (Bartling y Friesike, 2014; Stracke, 2019) consideran que no se trata de un nuevo concepto sino más bien de una etiqueta que sirve para agrupar un conjunto de elementos que interaccionan entre ellos y que muestran un nuevo entorno de trabajo. Comparto esta acepción y considero por tanto, que los elementos o piezas que la componen son fundamentales. Por ello, más adelante, me detendré en lo que aportan al nuevo modelo de investigación científica.

3. ¿CÓMO SE LLEGA A LA CIENCIA ABIERTA?

Existen dos etapas o estaciones previas al establecimiento de la ciencia abierta: el desarrollo de las TIC e internet, y la consolidación del acceso abierto. Por otro lado, su desarrollo también ha contado con tres elementos facilitadores: la conexión con los valores de la modernidad, la acción de visionarios con capacidad de decisión en sus organizaciones y el apoyo institucional, en especial de la Comisión Europea.

El uso extensivo de las TIC e internet para la investigación científica toma cuerpo a partir de la década de 1980 y ya queda plenamente consolidado antes del cambio de milenio. El uso coordinado de la informática, las telecomunicaciones e internet ha supuesto un gran cambio en la manera de hacer ciencia y ha impulsado alteraciones notables en los sistemas de trabajo: estas herramientas han facilitado la distribución de tareas y han permitido establecer y ampliar las colaboraciones internacionales. La ciencia se entiende como un trabajo en red y de manera globalizada. En esta etapa se utilizaron los términos «e-ciencia» (Hey y Trefethen, 2002), que ponía el foco en el uso compartido de las infraestructuras de cálculo y comunicación, «ciencia interconectada» (*networked science*) (Nielsen, 2012), que aludía a una gran red conectada para intercambiar información y colaborar en proyectos conjuntos, y también «ciencia 2.0» (Shneiderman, 2008; Waldrop, 2008), que destacaba el uso colaborativo de la red para compartir los resultados y obtener comentarios de colegas. Estas denominaciones ya anticipaban la adopción final de ciencia abierta (Abadal y Anglada, 2020a).

El movimiento por el acceso abierto se inició a partir del año 2000 y ha supuesto una transformación radical de la comunicación científica (Suber, 2012; Abadal, 2012). La propuesta del acceso libre y gratuito a la producción científica (artículos científicos, tesis, monografías, etc.) por medio de internet está plenamente consolidada y ha provocado una transformación también del sector editorial. Aunque la apertura se concentra exclusivamente en la difusión de los resultados de la investigación, sin los logros y transformaciones obtenidos por el acceso abierto no hubiera sido posible construir el marco de la ciencia abierta que ha ampliado la apertura a todas las fases de la investigación. Más adelante lo comentaremos con más detalle dado que el acceso abierto es precursor de la ciencia abierta y, a la vez, uno de sus componentes esenciales.

En cuanto a los factores facilitadores, la ciencia abierta conecta directamente con los valores sociales

de la modernidad, en especial los que provienen de la cultura del software libre, del espíritu de internet y de la Wikipedia. Nos estamos refiriendo a la cooperación y a la colaboración, a la compartición desinteresada, a la transparencia, etc. Tennant (2020b) también alude a esta cuestión cuando conecta los valores de la ciencia abierta con las cuatro libertades fundamentales del software libre (uso, adaptación, distribución, mejora) establecidas por Stallman (1986). En cualquier caso, estos valores entroncan directamente con los valores «clásicos» de la ciencia de Merton (1968), antes comentados.

Debe mencionarse también la acción de algunas personas que han ocupado cargos relevantes desde los cuales han tenido capacidad para influir en la Comisión Europea y conseguir el respaldo a sus propuestas. En este sentido podemos personalizar en Carlos Moedas como la figura más representativa, que no la única, que ha ejercido este papel. Desde su cargo como Comisario europeo de Investigación, Ciencia e Innovación impulsó de manera decisiva la agenda de la ciencia abierta, en especial a partir del documento *Open Innovation, Open Science, Open to the World* (Comisión, 2016), antes mencionado. Su aproximación a la ciencia abierta la lleva a cabo desde el liberalismo económico, ya que se plantea que la transformación de la investigación va a permitir acelerar y favorecer la innovación como motor económico para Europa. Así pues, se produce una insólita confluencia de intereses entre esta visión economicista con la del activismo académico, guiado exclusivamente por el progreso científico.

Finalmente, no se puede olvidar el intenso apoyo institucional. A diferencia de lo que ha pasado con otras iniciativas o movimientos, actualmente el mayor impulso a la ciencia abierta lo están promoviendo las instituciones. Entre ellas destaca especialmente la Comisión Europea. Tanto desde el punto de vista teórico, como hemos visto en el apartado anterior, como en la práctica, la obligatoriedad para quienes investigan en Europa de publicar en acceso abierto y de compartir los datos de investigación si quieren acceder a los programas europeos de investigación que financia la Unión Europea, está apoyando estas prácticas. También cabe destacar la acción de algunos países como Finlandia, Francia y Portugal, que han promovido planes de apoyo a la ciencia abierta y de asociaciones universitarias como la *European University Association* (EUA) y la *League of European Research Universities* (LERU), tal y como se recogen en diversos estudios (SPARC, 2019; Abadal y Anglada, 2020b).

4. ELEMENTOS

Teniendo presente la concepción de la ciencia abierta como un término «paraguas», es fundamental conocer cuáles son sus componentes y cuál es la aportación de cada uno de ellos al marco general. Son diversos los textos que han propuesto una relación de los elementos que forman parte de la ciencia abierta. Entre ellas destaca, por su amplia difusión, la taxonomía del proyecto FOSTER (Pontika *et al.*, 2015) que considera seis ámbitos: el del acceso abierto, el de los datos de investigación, el de la reproducibilidad de la investigación, el de las políticas de ciencia abierta y el de los instrumentos para la ciencia abierta. Están también las recomendaciones de la *Open Science Policy Platform* (Comisión Europea, 2018b) que utiliza y consolida el término «pilares» para referirse a ocho elementos fundamentales de la ciencia abierta: acceso abierto, datos abiertos (FAIR), infraestructuras (EOSC), incentivos, nuevas métricas, formación, integridad de la investigación y ciencia ciudadana.

En este artículo voy a referirme tan sólo a cuatro de los componentes antes citados: acceso abierto, datos abiertos, nuevas métricas y ciencia ciudadana. No voy a tener en cuenta ni las políticas de ciencia abierta, ni los instrumentos, ni la formación ni las infraestructuras, pues considero que son más bien medios para conseguir el despliegue de la ciencia abierta que no componentes de ésta; y tampoco voy a referirme a la integridad pues la entiendo más como un valor que como un elemento. Por otro lado, agruparé incentivos y nuevas métricas por la inseparable relación entre ambos. Finalmente, añadiré la revisión abierta y la distribución de *preprints*, dos elementos emergentes y relevantes de las publicaciones científicas.

De esta forma, voy a repasar la situación actual de estos seis elementos poniendo especial énfasis en su grado de desarrollo y en la aportación que hacen a la ciencia abierta.

4.1. Acceso abierto

Se trata del elemento más desarrollado y, a la vez, el que ha actuado como catalizador de la ciencia abierta, tal y como hemos visto en el apartado anterior.

El acceso abierto (*open access*) —la difusión libre y gratuita de los contenidos académicos— es un modelo que ha llegado ya a su madurez y es ampliamente conocido por todos los agentes implicados (editores, autores, etc.). Las primeras manifestaciones públicas en favor del acceso abierto se sitúan casi veinte años

atrás con la publicación de la carta de la *Public Library of Science* (2001) y la *Declaración de Budapest* (2002), donde se proponía un cambio de modelo en el funcionamiento de la comunicación científica basado en el acceso gratuito y libre a los contenidos académicos (Suber, 2012; Abadal, 2012).

En estos momentos el acceso abierto es una tendencia mayoritaria e irreversible (Pinfield, 2015 y 2021) que ha sido apoyada, fundamentalmente, por la mayoría de los programas de financiación de la investigación en Europa y en todo el mundo. Después de unos años de crecimiento lento pero sostenido, en estos momentos son tres los aspectos relevantes que están sobre la mesa: cómo acelerar el cambio, cómo hacer seguimiento de su progreso y cómo asegurar la sostenibilidad económica.

El *Plan S* (cOAlition, 2019) promueve que todos los artículos derivados de investigaciones financiadas por las agencias que lo suscriben sean puestos a disposición pública a partir de enero de 2021, ya sea en revistas de acceso abierto o en repositorios que cumplan con determinadas condiciones. Respaldado por cOAlition S, una agrupación de una veintena de agencias europeas e internacionales de financiación de la investigación, tiene como principal objetivo acelerar la transición hacia el acceso abierto. Aunque ha recibido críticas diversas (Abadal *et al.*, 2019) este plan se está convirtiendo en un referente de acción política en todo el mundo.

Hasta hace poco tiempo otra de las preocupaciones era el seguimiento o monitorización del acceso abierto. Había estudios sobre los porcentajes de publicaciones en acceso abierto basados en estimaciones hechas a partir de muestras que situaban el porcentaje en el 20,4% del total (Bjork, 2010), el 37,8% (Chen, 2014) y el 50% (Science Metrix, 2018). Actualmente disponemos de instrumentos para valorar de manera más precisa la situación de cualquier universidad o centro de investigación. Uno de ellos es la base de datos *Unpaywall*, que dispone de una aplicación que permite contrastar, de manera automática, el porcentaje de acceso abierto de una colección de registros de cualquier organización. Poder conocer la evolución del acceso abierto es un elemento fundamental para establecer políticas que se basen en objetivos de crecimiento asumibles.

El acceso abierto ha impactado en el sistema editorial tradicional, propiciando la aparición de nuevos actores en el sistema, los editores de acceso abierto (Rodríguez *et al.*, 2020) como *PLoS*, *MDPI*, *Hindawi*, y

también forzando a las editoriales tradicionales como Elsevier, Springer-Nature y Sage, a crear divisiones de acceso abierto y a migrar hacia un nuevo sistema de financiación basado en el pago de tasas por parte de los autores (APC, *Article Processing Charges*) en vez del pago de las suscripciones por parte de los lectores. Unas tasas que constituyen actualmente un importante problema, en especial para los autores de países sin ayudas para la investigación o para áreas con pocos fondos, ya que pueden dificultar la difusión de sus trabajos. Actualmente el *Plan S* reclama transparencia y proporcionalidad a las editoriales que aplican APCs; buscan que esas tasas sean «justas y razonables» y, además, que dispongan de políticas de exención para académicos de países con pocos recursos. Desde Latinoamérica las críticas al pago de los APCs son mayores y defienden una industria editorial financiada directamente por el sector público (Debat y Babini, 2019). En otro trabajo (Abadal y Nonell, 2019) ya nos hemos referido a situaciones en que puede darse la posibilidad de controlar los precios de los APCs para evitar diferencias excesivas. Por ejemplo, algunas particularidades que tiene el mercado de las revistas científicas justifican la intervención reguladora de los poderes públicos: el personal académico está «obligado» a leer y publicar en revistas científicas, los autores (generadores de contenidos) no cobran por su trabajo, se trata de un sector financiado con recursos públicos y, finalmente, no existe competencia real entre productos.

4.2. Datos de investigación abiertos

Seguramente los *Bermuda Principles* (Cook-Deegan y McGuire, 2017), aprobados por genetistas en 1996, constituyen la primera iniciativa de compartición de datos de investigación. De todas formas ha sido una práctica poco generalizada hasta que el programa *Horizon 2020* estableció la obligatoriedad de poner en abierto los datos subyacentes a las publicaciones de los proyectos financiados por la Comisión Europea, con excepción de aquellos que estuvieran afectados por requisitos de privacidad y seguridad (Horizon, 2020).

Esta apertura de los datos de investigación tiene como objetivo fundamental facilitar su reutilización por parte de otro personal investigador; va así un poco más allá que el acceso abierto centrado especialmente en la difusión de los contenidos. Los datos, por tanto, deben ajustarse a los cuatro criterios definidos con la sigla FAIR (Wilkinson *et al.*, 2016). Es decir, los datos científicos deben ser etiquetados con meta-

datos, almacenados y disponer de licencias abiertas para que puedan ser recuperados y eventualmente reutilizados. Por otra parte, el valor de los datos no es sólo científico, sino que son muy importantes también para el progreso de la economía y de la innovación tal y como queda claro en el informe de la OCDE (2015) antes mencionado. Este es uno de los beneficios contemplados por quienes han impulsado la ciencia abierta en la Unión Europea.

Disponer de los datos de investigación junto con los artículos es uno de los elementos que permite combatir el fraude científico de manera más clara y decidida. Teniendo los datos a disposición, cualquier persona podría repetir el experimento y determinar si los resultados son exactos. Aquí está la base de la replicabilidad tantas veces reclamada. Es por ello por lo que cada vez son más las revistas científicas que solicitan el envío de los datos, o la referencia del repositorio donde se hayan almacenado, junto con los manuscritos aceptados para publicación (Peset *et al.*, 2017).

Distintos autores han destacado las ventajas compartir los datos (Silva, 2016; Aleixandre *et al.*, 2019). Pero hasta el momento no se dispone de incentivos suficientes para estimular esta colaboración. El primer paso consistiría en promover la citación de los ficheros de datos utilizados. En este sentido, la mayoría de los repositorios ya facilitan un doi a cada conjunto de datos archivados y además, añaden un modelo de citación para que pueda recibir la justa referencia en caso de ser utilizados para otras investigaciones.

La apertura de los datos de investigación constituye uno de los elementos más destacados de la ciencia abierta, aunque su grado de desarrollo es aún bajo, en especial en relación con el acceso abierto. Facilitando el acceso a los datos se fundamenta la integridad de la ciencia, se fomenta la transparencia y se evita el fraude.

4.3. Revisión abierta

La revisión abierta (*open peer review*), que se refiere a aplicar la apertura y la transparencia al proceso de revisión de los artículos científicos, puede realizarse a diversos niveles de profundización: se pueden mostrar las identidades de los autores y de los revisores (*open identities*), los informes de los revisores (*open reports*) o también facilitar una participación más amplia en el proceso de revisión (*open participation*) (Ross-Hellauer, 2017; Spinak 2018; Abadal y Da-Silveira, 2020). Se trata de un cambio sustancial del sistema tradicional de do-

ble ciego, el más extendido y utilizado, y comporta una alteración profunda en las relaciones existentes actualmente entre autoría, revisión y edición.

La principal ventaja que aporta es el aumento de transparencia y de confianza en el proceso, ya que el historial de validación de los artículos es accesible para quienes los leen. Por otro lado, la revista muestra la revisión (rendición de cuentas), y también el reconocimiento de este trabajo, que incluso podría citarse. Ahora bien, el gran inconveniente es la posible falta de objetividad por quienes revisan los artículos. El hecho de que se conozca su identidad puede provocar contención o cohibición en el contenido de los informes, ya sea por el temor a posibles represalias por parte de las autoras y los autores o por relaciones de proximidad. Esta cuestión es la más citada como freno principal para la adopción de la revisión abierta.

En estos momentos, en general, las editoriales están incorporando algunos aspectos de la revisión abierta —abrir los informes o mostrar el nombre de quienes los han revisado— pero siempre de manera opcional, y contando con su autorización una vez se ha realizado todo el proceso. Wolfram *et al.* (2020) han realizado un estudio que les ha permitido identificar 617 revistas que han hecho públicas las identidades o los informes de revisión, una cifra todavía muy baja pero que se irá incrementando.

La revisión abierta facilita la transparencia y la confianza en el proceso editorial. Aunque se trata de un elemento un tanto menor con relación a los otros que estamos analizando, ejemplifica muy bien los valores de apertura y transparencia característicos de la ciencia abierta.

4.4. Los *preprints*

En general, la mayoría de los manuscritos científicos tardan más de un año en publicarse, debido a que deben pasar el proceso de revisión, la incorporación de las modificaciones sugeridas, la corrección de estilo y la maquetación. En diversos ámbitos como la epidemiología o la farmacología, por poner dos temáticas de actualidad, esto supone un problema dado que los resultados tardan mucho tiempo en ver la luz y, por tanto, los progresos no pueden ser compartidos con la celeridad que la investigación demanda.

Para dar respuesta a este problema, la comunidad científica de Física creó, ya en 1991, un repositorio

de *preprints* llamado arxiv.org (Ginsparg, 2011) que servía para difundir sus trabajos antes de la revisión. Este modelo se ha extendido en los últimos años a otras disciplinas de ciencias experimentales, de salud y también ciencias sociales que también han comenzado a utilizar repositorios de *preprints* (Chiarelli *et al.*, 2019). Por otro lado, son cada vez más las revistas que ofrecen esta posibilidad a quienes les envían sus manuscritos.

Ahora bien, la ventaja de la rapidez en compartir los resultados tiene una contrapartida: son documentos que no han pasado aún por una revisión experta y, a veces, pueden ser controvertidos. Esto ha pasado recientemente en diversos artículos publicados como *preprints* que se han retirado de la consulta por contener errores, como fue el caso de un artículo publicado como *preprint* por *The Lancet* sobre el uso de la hidroxicloroquina para combatir la COVID 19 y que tuvo que ser retirado porque se demostró que los datos utilizados no eran correctos (Vlasschaert, 2020). Por ello es preciso que se sepa que el documento no ha pasado por una revisión experta y por tanto, que sus resultados deben tomarse con cautela.

Los *preprints* son un componente menor de la ciencia abierta, que están directamente vinculados a la difusión científica y, por tanto, relacionados con el acceso abierto. De todas formas, es una práctica previa a la publicación en sí misma y, por este motivo, le hemos dado un apartado propio. En el contexto de los avances científicos contra la pandemia COVID-19, los *preprints* han cobrado nuevo impulso, en especial por la rapidez que aportan a la difusión de las investigaciones (Majumder y Mandl, 2020).

4.5. Ciencia ciudadana

Aunque se pueden encontrar ejemplos de participación de la ciudadanía en proyectos de investigación desde el siglo XIX, el término «ciencia ciudadana» fue acuñado a mitad de la década de 1990 por el ornitólogo Rick Bonney en Estados Unidos y por el sociólogo Alan Irwin en Gran Bretaña, dos autores de referencia en este ámbito con dos aproximaciones distintas. Alan Irwin (1995) explica la simplicidad de la denominación y se refiere a los dos sentidos de la relación entre ambos términos: por un lado, indica que la ciencia debe atender las necesidades y preocupaciones de la ciudadanía y, por el otro, se refiere a una manera de hacer ciencia desarrollada y representada por la ciudadanía, una versión informal, fuera de los cauces de las instituciones clásicas generado-

ras de ciencia. Rick Bonney (2009) ha escrito diversos artículos explicando el funcionamiento de su modelo de organización de las prácticas de ciencia ciudadana en el *Cornell Lab of Ornithology* desde principios de 1990. Aquí se explican y comentan todas las fases del modelo de investigación que se sigue para desarrollar un proyecto de ciencia ciudadana: definir objetivos, elaborar los protocolos, reclutar y formar los participantes, recoger, analizar y revisar los datos y difundir los resultados. Riesch y Potter (2014) facilitan un interesante repaso a los antecedentes y a las principales experiencias de ciencia ciudadana.

La Comisión Europea también se interesó especialmente por esta cuestión en tanto que servía a sus propósitos de acercar la ciencia a la sociedad. Publicó un libro blanco (Socientize, 2014) que pretendía incrementar la colaboración entre agentes de la ciencia ciudadana y gestores de programas de investigación de la Unión Europea. En esta misma publicación se incluía una definición muy clara:

«Citizen Science refers to the general public engagement in scientific research activities when citizens actively contribute to science either with their intellectual effort or surrounding knowledge or with their tools and resources » (Socientize, 2014: 6).

Una buena parte de los ejemplos y casos de ciencia ciudadana que existen se centran en la recogida de datos, pero en ocasiones también puede ir más allá. En este sentido Follet y Strezov (2015) establecen tres tipos de participación: proyectos contributivos (recogida de datos, básicamente), proyectos colaborativos (análisis de los resultados y, a veces, colaboración en el diseño, interpretación o difusión de los resultados), y proyectos co-creados (colaboración en todas las etapas del proyecto). Senabre *et al.* (2015) también presentan una panorámica sobre los principales proyectos existentes de ciencia ciudadana, profundizando en el papel del voluntariado en el proceso de investigación. Actualmente el número de proyectos relacionados con la ciencia ciudadana es muy amplio y cubre muchas disciplinas. El interés va más allá de las instituciones académicas, dado que se promueven iniciativas por parte de ayuntamientos, bibliotecas, y otras instituciones.

Uno de los problemas al cual se enfrenta la ciencia ciudadana es que esta práctica no es aceptada de manera generalizada como método de investigación y muchos artículos que incorporan datos recogidos por personas voluntarias se encuentran con problema en la revisión debido a las dudas por la calidad del proceso.

En 2013 se fundó la *Citizen Science Association* (CSA), que tiene por objetivo promover y apoyar las mejores prácticas de ciencia ciudadana y ha creado una revista académica con el mismo título. Paralelamente han surgido asociaciones similares en otras regiones del mundo, como es el caso de la *European Citizen Science Association* (ECSA), fundada en 2015, y que aprobó el documento *10 Principles of Citizen Science* que destaca los diez principios fundamentales que subyacen a los procesos de ciencia ciudadana referidos a la relación entre la ciudadanía, la comunidad científica y los proyectos (ECSA, 2015).

La ciencia ciudadana es el componente que permite conectar directamente la investigación con la sociedad, superando las barreras académicas tradicionales y, por tanto, cubre uno de los flancos más relevantes de la ciencia abierta. Su grado de desarrollo es notable, amplio y diversificado, aunque, ciertamente un poco desequilibrado hacia la biología y con baja presencia en humanidades y ciencias sociales.

4.6. Nuevos modelos de evaluación

Está claro que actualmente no se dispone de incentivos ni de recompensas que sirvan para impulsar la adopción de las prácticas descritas hasta ahora: difundir publicaciones, compartir datos y revisión abierta, (Fry, Schroeder y Den Besten, 2009). Es más, los actuales sistemas de evaluación basados en la competición son una barrera para el desarrollo de la ciencia abierta y, por tanto, se requieren nuevos indicadores y modelos de evaluación que fomenten la apertura y la colaboración.

En estos momentos las citas y, particularmente, el factor de impacto de las revistas, son la base para la evaluación de las publicaciones y de la ciencia en general. Se trata de un modelo creado por Eugene Garfield pensado inicialmente para ayudar a encontrar información y no para evaluarla (Garfield, 2016; Urbano, 2016). De todas formas, el hecho de ser un indicador objetivo, fácil de calcular y rápido de aplicar explica que, a pesar de las críticas, el factor de impacto se haya erigido en el criterio más extendido y utilizado para evaluar la calidad de las publicaciones. Entre las múltiples críticas que ha suscitado esta forma de evaluación destacan que no se tiene en cuenta el valor del artículo ya que se asigna a todos los artículos el factor de impacto de la revista; que hay muchos artículos que no han recibido citas; que las revistas anglófonas están mucho más representadas en las bases de datos de referencia; y que cada disciplina

tiene hábitos de publicación —artículos o libros— y de citación distintos.

El malestar respecto de este modelo de evaluación es patente desde hace años y se ha ido concretando en diversos informes y pronunciamientos públicos como la *San Francisco Declaration on Research Assessment* (DORA, 2012), el Leiden Manifesto (Hicks *et al.*, 2015), los informes *The metric tide* (Wilsdon *et al.*, 2015) y *Next-generation metrics* (Comisión Europea, 2017). Todos ellos han reclamado la modificación de los criterios para la evaluación de la investigación y de las publicaciones. Estos textos son muy críticos con el monopolio ejercido hasta ahora por el factor de impacto para evaluar las publicaciones y sugieren utilizar unas métricas responsables que sean robustas, transparentes, diversas y reflexivas. Para ello entre otras medidas, proponen incorporar puntos de vista cualitativos, valorar a nivel de artículo y no con el factor de impacto de la revista, y también ampliar el espectro de medidas a incorporar a cada publicación como pueden ser los usos y descargas o el impacto en redes sociales.

Actualmente se dispone de nuevos indicadores cuantitativos para evaluar las publicaciones que tienen en cuenta el uso de las publicaciones (lecturas y descargas) y también su repercusión en las redes sociales y académicas. Se han denominado *almétricas* y, a pesar de que no son métricas alternativas, permiten complementar la información facilitada por las citas con las estadísticas de lectura y difusión en redes. Muchas revistas ya las incorporan a cada uno de sus artículos —*PLoS*, fue una de las pioneras, ya en 2008— y permiten al lector y al autor tener una visión mucho más completa de la incidencia de sus publicaciones.

Conscientes de la necesidad de disponer de nuevos indicadores para la evaluación de la ciencia, la Comisión Europea impulsó la creación del *Expert Group on Indicators for Researchers' Engagement with Open Science* que ha elaborado un informe con una lista de 150 indicadores agrupados por tipología: infraestructuras, capacitación, buenas prácticas, trayectorias personales, son algunos de ellos (Wouters *et al.*, 2019). También la *European Association University* está comprometida con esta cuestión; ha publicado unos indicadores y ha realizado una amplia encuesta a los investigadores para valorar su percepción (EUA, 2019). Estos textos pueden servir de orientación a las agencias de evaluación tanto de personal investigador como de proyectos, todavía muy reticentes a introducir cambios en esta cuestión.

En resumen, la evaluación constituye un elemento clave para el desarrollo de la ciencia abierta, ya que, sin un cambio en los indicadores, no se dispondrá de elementos favorecedores de este nuevo modelo de hacer ciencia. Aunque contamos con unas primeras propuestas de indicadores y de marcos de evaluación, nadie duda que aún queda mucho camino por recorrer para su implementación.

5. VALORACIÓN FINAL

Como hemos visto, la ciencia abierta es una visión transformadora de la investigación científica ya que se basa en la implementación generalizada de los valores de la colaboración científica, la accesibilidad y la transparencia en el sistema de investigación. Se trata de un término que sirve para agrupar a diversos elementos que disponen de un desigual grado de desarrollo: el acceso abierto está muy avanzado, los datos de investigación, los *preprints* o la ciencia ciudadana, son conocidos y disponen de una cierta consolidación en diversas disciplinas pero, en el caso de las nuevas métricas y los modelos de evaluación, se ha avanzado muy poco aun cuando son un elemento clave para incentivar la expansión de la apertura en las prácticas de investigación. La ciencia abierta, por tanto, es una visión que no llegará hasta su máximo esplendor y desarrollo hasta que todas estas piezas se encuentren ampliamente desplegadas y consigan establecer sinergias y coordinación entre ellas.

Por otro lado, no podemos olvidar los riesgos de oligopolio y de privatización de las aplicaciones para la gestión de la investigación científica (Mirowski, 2018). Diversas empresas del sector editorial están ampliando su presencia más allá de la edición de revistas, proponiendo soluciones tecnológicas globales que incluyen todas las fases del proceso de investigación (conservación y compartición de los datos, revisión por expertos, difusión de los informes de revisión, perfiles científicos de los autores). Esto les va a permitir integrar los datos de los diversos servicios y facilitar que las personas usuarias puedan moverse en todas las fases en una única plataforma con las ventajas de gestión que le puede reportar. Ahora bien, estas empresas van a reclamar la utilización de sus datos (consultas, citas, datos compartidos, revisiones) para mejorar sus aplicaciones, para crear dependencia (Aspesi *et al.*, 2020) y poder consolidar su presencia en todas las fases de la investigación, no sólo en la publicación. En este caso, lo opuesto

de «abierto» no es «cerrado», sino «propietario», como bien señalaba Jon Tennant (2020a). Así pues, se intenta repetir el modelo de negocio de Google y Facebook basado en el aprovechamiento y monetización de los datos privados de los usuarios.

El avance de la ciencia abierta, por tanto, tendrá dificultades ya que va a requerir no sólo el desarrollo y la coordinación e integración de las distintas piezas (en especial, la consolidación de nuevos indicadores para la evaluación) en una visión global, sino también la consolidación de aplicaciones tecnológicas «abiertas» que puedan competir con las soluciones

propietarias que se están implantando. En cualquier caso, aunque sea a medio plazo la adopción generalizada de la ciencia abierta va a suponer una auténtica revolución en la manera de investigar y de generar conocimiento científico.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio se enmarca en el proyecto «Ciencia abierta en España: un enfoque global para evaluar su implementación» (RTI2018-094360-B-I00), financiado por el Plan Estatal I+D+i.

REFERENCIAS

- Abadal, Ernest (2012). *Acceso abierto a la ciencia*. Barcelona: Editorial UOC. <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/24542>
- Abadal, Ernest y Anglada, Lluís. (2020a). Ciencia abierta: cómo han evolucionado la denominación y el concepto. *Anales de Documentación*, 23 (1): 1-11. <https://revistas.um.es/analesdoc/article/view/378171>
- Abadal, Ernest y Anglada, Lluís. (2020b). Políticas de ciencia abierta en Europa. En: *Sob a lente da Ciência Aberta: olhares de Portugal, Espanha e Brasil*. Borges, Maria Manuel; Sanz Casado, Elias (ed.lit). Coimbra. CEIS 20 (<https://doi.org/10.14195/978-989-26-2022-0>)
- Abadal, Ernest y Da-Silveira, Lúcia (2020). Open peer review: otro paso hacia la ciencia abierta por parte de las revistas científicas. *Anuario ThinkEPI*, 14: e14e02. <https://doi.org/10.3145/thinkepi.2020.e14e02>
- Abadal, Ernest; López-Borrull, Alexandre, Ollé-Castellà, Candela y García-Grimau, Francesc (2019). El plan S para acelerar el acceso abierto: contexto, retos y debate generado. *Hipertext.net*, 19: 75-83. DOI:10.31009/hipertext.net.2019.i19.06
- Abadal, Ernest y Nonell, Rosa (2019). Economía y acceso abierto: ¿es necesario regular el sector de la edición científica? *Anuario ThinkEPI*, 13: e13e02. <https://doi.org/10.3145/thinkepi.2019.e13e02>
- Aleixandre-Benavent, Rafael; Ferrer, Antonia y Peset, Fernanda (2019). Compartir los recursos útiles para la investigación: datos abiertos (open data). *Educación Médica*, <https://doi.org/10.1016/j.edu-med.2019.07.004>
- Aspesi, Claudio y Brand, Amy (2020). In pursuit of open science, open access is not enough. *Science*, 368 (6491): 574 - 577. 08/05/2020. DOI: 10.1126/science.aba3763
- Bartling, Sönke y Friesike, Sascha (2014). Towards Another Scientific Revolution. En: *Opening Science*. New York: Springer-Verlag. DOI: 10.1007/978-3-319-00026-8_1
- Belli, Simone; Mugnaini, Rogério; Baltà, Joan y Abadal, Ernest (2020). Coronavirus mapping in scientific publications: When science advances rapidly and collectively, is access to this knowledge open to society? *Scientometrics*, 124: 2661-2685. DOI: 10.1007/s11192-020-03590-7
- Björk, Bo-Christer; Welling, Patrik; Laakso, Mikael; Majlender, Peter; Hedlund; Turid y Guonason, Guoni (2010). Open access to the scientific journal literature: situation 2009. *PLoS ONE*, 5 (6). <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0011273>.
- Bonney, Rick; Cooper, Caren B.; Dickinson, Janis; Kelling, Steve; Phillips, Tina; Rosenberg; Kenneth V. y Shirk, Jennifer (2009). Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. *BioScience*, 59 (11): 977-984. <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.11.9>
- Chen, Xiaotian (2014). Open access in 2013: reaching the 50% milestone. *Serials review*, 40 (1): 21-27. <http://doi.org/10.1080/00987913.2014.895556>
- Chiarelli, Andrea; Johnson, Rob; Richens, Emma y Stephen Pinfield (2019). *Accelerating Scholarly Communication: The Transformative Role of Preprints*. Knowledge Exchange. 58 p. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3357727>
- cOAlition S (2019). *Plan S. Making full and immediate open access a reality*. European Science Foundation. <https://www.coalition-s.org>
- Comisión Europea (2016). *Open Innovation, Open Science, Open to the World: a vision for Europe*. Brussels: European Commission. Directorate-General for Research and Innovation. doi:10.2777/061652 <https://publications.europa.eu/s/fzsT>
- Comisión Europea. Working Group on Rewards under Open Science (2017). *Evaluation of Research Careers fully acknowledging Open Science Practices. Rewards, incentives and/or recognition for researchers practicing Open Science*. Luxembourg: European Union. <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/47a3a330-c9cb-11e7-8e69-01aa75ed71a1>
- Comisión Europea (2018a). *Commission Recommendation of 25.4.2018 on access to and preservation of scientific information*. Brussels: European Commission. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/recommendation-access-and-preservation-scientific-information>
- Comisión Europea (2018b). *Open Science Policy Platform Recommendations*. [Brussels]: European Commission. https://ec.europa.eu/research/openscience/pdf/integrated_advice_opspp_recommendations.pdf
- Cook-Deegan, Robert y McGuire, Amy (2017). Moving beyond Bermuda: sharing data to build a medical information commons. *Genome research*, 27(6): 897-901. <https://doi.org/10.1101/gr.216911.116>

- Debat, Humberto y Babini, Dominique (2019). Plan S in Latin America: A precautionary note. *PeerJ Preprints*, 7: e27834v2. <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.27834v2>
- De Filippo, Daniela; Silva, Paulo y Borges, María Manuel (2019). Caracterización de las publicaciones de España y Portugal sobre Open Science y análisis de su presencia en las redes sociales. *Revista española de Documentación Científica*, 42(2): e235. <http://dx.doi.org/10.3989/redc.2019.2.1580>
- Digital (2013). *Digital science in Horizon 2020*. March 2013. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/digital-science-horizon-2020>
- DORA (2012). *San Francisco Declaration on Research Assessment*. <https://sf-dora.org/read/>
- European Citizen Science Association (2015). *10 Principles of Citizen Science*. https://ecsa.citizen-science.net/sites/default/files/ecsa_ten_principles_of_citizen_science.pdf
- EUA (2019). *Research Assessment in the Transition to Open Science: 2019 EUA Open Science and Access Survey Results*. Bregt Saenen, Rita Morais, Vinciane Gaillard and Lidia Borrell-Damián. Brussels: EUA. <https://eua.eu/resources/publications/888:research-assessment-in-the-transition-to-open-science.html>
- Fecher, Benedikt y Friesike, Sascha (2014). Open Science: One Term, Five Schools of Thought. En: Bartling, Sönke y Friesike, Sascha (eds.), *Opening Science*. DOI: 10.1007/978-3-319-00026-8_2
- Follett, Ria y Strezov, Vladimir (2015). An analysis of citizen science based research: Usage and publication patterns. *PLoS One*, 10(11): e0143687. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143687>
- FOSTER (2018). The future of science is open. <https://www.fosteropenscience.eu/>
- Fry, Jenny; Schroeder, Ralph y Den Besten, Matthijs (2009). Open science in e-science: contingency or policy? *Journal of Documentation*, 65(1): 6-32. <https://doi.org/10.1108/00220410910926103>
- Garfield, Eugene (2016). Los índices de citaciones: del Science Citation Index a la Web of Science. *BiD: textos universitarios de biblioteconomía i documentació*, 37. <http://bid.ub.edu/es/37/garfield.htm>
- Ginsparg, Paul (2011). ArXiv at 20. *Nature* 476: 145-147 <https://doi.org/10.1038/476145a>
- Hey, Tony y Trefethen, Anne E. (2002). The UK e-Science Core Programme and the Grid. *Future Generation Computer Systems*, 18: 1017-1031.
- Hicks, Diana; Wouters, Paul; Waltman, Ludo; de Rijcke, Sara y Ràfols, Ismael (2015). The Leiden Manifesto for research metrics. *Nature*, 520: 429-431. <http://www.leidenmanifesto.org/>
- Horizon 2020: Work Programme 2016 – 2017: 16. Science with and for Society. European Commission Decision C (2017) 2468 of 24 April 2017. Brussels, 2017. http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2016_2017/main/h2020-wp1617-swfs_en.pdf
- Irwin, Alan (1995). *Citizen science: A study of people, expertise and sustainable development*. Routledge.
- Majumder, Maimuna S. y Mandl, Kenneth D. (2020). Early in the epidemic: impact of preprints on global discourse about COVID-19 transmissibility. *The Lancet Global Health*, 8 (5): e627-e630. [https://doi.org/10.1016/S2214-09X\(20\)30113-3](https://doi.org/10.1016/S2214-09X(20)30113-3)
- Merton, Robert K. (1968). *Social theory and social structure*. Enlarged ed. New York: The Free Press; London: Collier MacMillan.
- Mirowski, Philip (2018). The future(s) of open science. *Social Studies of Science*, 48(2): 171-203. DOI: 10.1177/0306312718772086
- Nielsen, Michael (2012). *Reinventing Discovery: The New Era of Networked Science*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- OECD (2015). Making Open Science a Reality. *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, 25. <http://dx.doi.org/10.1787/5jrs2f963zs1-en>
- Peset, Fernanda; Aleixandre, Rafa; Blasco, Yolanda y Ferrer, Antonia (2017). Datos abiertos de investigación. Camino recorrido y cuestiones pendientes. *Anales de Documentación*, 20 (1). <http://dx.doi.org/10.6018/analesdoc.20.1.272101>
- Pinfield, Stephen (2015). Making open access work: the 'state-of-the-art' in providing open access to scholarly literature. *Online information review*, 39 (5): 604-636. <http://dx.doi.org/10.1108/OIR-05-2015-0167>
- Pinfield, Stephen; Wakeling, Simon; Bawden, David y Lyn Robinson (2021). *Open Access in Theory and Practice: The Theory-Practice Relationship and Openness*. London; New York: Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/books/9780429276842>
- Pontika, Nancy; Knoth, Petr; Cancellieri, Matteo y Pearce, Samuel (2015). Fostering Open Science to Research using a Taxonomy and an eLearning Portal. En: *iKnow: 15th International Conference on Knowledge Technologies and Data Driven Business*, 21-22 Oct 2015, Graz, Austria.
- Riesch, Hauke y Potter, Clive (2014). Citizen science as seen by scientists: Methodological, epistemological and ethical dimensions. *Public Understanding of Science*, 23 (1): 107-120. doi:10.1177/0963662513497324
- Rodrigues, Rosângela; Abadal, Ernest y Araújo, Bruno de (2020). Open access publishers: The new players. *PLoS ONE* 15(6): e0233432. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233432>
- Ross-Hellauer, Tony (2017). What is open peer review? A systematic review. *F1000Research*, 6: 588. doi:10.12688/f1000research.11369.2
- Schroeder, Ralph (2007). e-Research Infrastructures and Open Science: Towards a New System of Knowledge Production? *Prometheus: Critical Studies in Innovation*, 25 (1): 1-17. DOI: 10.1080/08109020601172860
- Science Metrix (2018). *Analytical Support for Bibliometrics Indicators: Open access availability of scientific publications*. Final Report. http://www.science-metrix.com/sites/default/files/science-metrix/publications/science-metrix_open_access_availability_scientific_publications_report.pdf
- Senabre, Enric; Ferran, Núria y Perelló, Josep (2018). Diseño participativo de experimentos de ciencia ciudadana. *Comunicar*, 54. <https://doi.org/10.3916/C54-2018-03>
- Shneiderman, Ben (2008). Science 2.0. *Science*, 319 (5868): 1349-1350. <http://science.sciencemag.org/content/319/5868/1349>
- Silva, Fabiano Couto Corrêa da (2016). *Gestión de datos de investigación*. Barcelona: UOC.

- Socientize Consortium (2014). *White paper on citizen science for Europe*. European Commission. https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/socientize_white_paper_on_citizen_science.pdf
- SPARC (2019). *An Analysis of Open Science Policies in Europe*, v 4. <https://sparceurope.org/latest-update-to-european-open-data-and-open-science-policies-released/>
- Spinak, Ernesto (2018). Sobre las veintidós definiciones de la revisión abierta por pares... y más. *SciELO en Perspectiva*. <http://blog.scielo.org/es/2018/02/28/sobre-las-veintidos-definiciones-de-la-revision-abierta-por-pares-y-mas/>
- Stracke, Christian M. (2019). Open Science and Radical Solutions for Diversity, Equity and Quality in Research: A Literature Review of Different Research Schools, Philosophies and Frameworks and Their Potential Impact on Science and Education. En: D. Burgos (ed.). *Radical Solutions and Open Science. An Open Approach to Boost Higher Education* (pp. 17-37). Springer: Singapore. DOI: www.doi.org/10.1007/978-981-15-4276-3_2
- Suber, Peter (2012). *Open access*. Cambridge, Mass.: MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/books/open-access>
- Stallman, Richard (1986). What is the Free Software Foundation? *GNU's Bulletin*. 1 (1). p. 8. <https://www.gnu.org/bulletins/bull1.txt>
- Tennant, Jon (2020a). Time to stop the exploitation of free academic labour. *SocArXiv*. <https://osf.io/6quxg>
- Tennant, Jon (2020b). A Value Proposition for Open Science. *SocArXiv*. doi:10.31235/osf.io/k9qhv
- Urbano Salido, Cristóbal (2016). Eugene Garfield: innovator of the bibliographic control and entrepreneur with a cause. *BiD: textos universitaris de biblioteconomia i documentació*, 37. <http://dx.doi.org/10.1344/BiD2016.37.5>
- Uribe Tirado, Alejandro y Ochoa, Jaider (2018). Perspectivas de la ciencia abierta: un estado de la cuestión para una política nacional en Colombia. *BiD: textos universitaris de biblioteconomia i documentació*, 40. <http://dx.doi.org/10.1344/BiD2018.40.5>
- Vicente-Sáez, Ruben y Martínez-Fuentes, Clara (2018). Open Science now: A systematic literature review for an integrated definition. *Journal of Business Research*, 88: 428-436. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.12.043>
- Vlasschaert, Caitlyn; Topf, Joel M. y Hiremath, Swapnil (2020). Proliferation of Papers and Preprints During the Coronavirus Disease 2019 Pandemic: Progress or Problems With Peer Review? *Advances in Chronic Kidney Disease*. <https://doi.org/10.1053/j.ackd.2020.08.003>
- Wilkinson, Mark D.; Dumontier, Michel; Aalbersberg, IJsbrand Jan; Appleton, Gabrielle, et al. (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship". *Scientific Data*. 3: 160018. doi:10.1038/sdata.2016.18
- Waldrop, Michael (2008). Science 2.0: Great New Tool, or Great Risk? *Scientific American*. <https://www.scientificamerican.com/article/science-2-point-0-great-new-tool-or-great-risk/>
- Wilsdon, James et al. (2017). *Next-generation metrics: responsible metrics and evaluation for open science. Report to European Commission*. <https://ec.europa.eu/research/openscience/pdf/report.pdf>
- Wolfram, Dietmar; Wang, Peiling; Hembree, Adam et al. (2020). Open peer review: promoting transparency in open science. *Scientometrics*. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03488-4>
- Wouters, Paul; Ràfols, Ismael; Oancea, Alis; Shina Caroline Lynn, Kamerlin; Holbrook, J. Brit y Jacob, Merle (2019). *Indicator Frameworks for Fostering Open Knowledge Practices in Science and Scholarship*. Brussels: European Commission. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b69944d4-01f3-11ea-8c1f-01aa75ed71a1>
- Zastrow, Mark (2020). Open science takes on covid-19. *Nature*. 581(7806): 109 – 110. Doi: 10.1038/d41586-020-01246-3